

СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИТРИДНЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ И ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ VI ГРУППЫ

**Бабец Д.Н., Постельник А.А., Мейлехов А.А.,
Приходько М.Ю., Соболев О.В.**

***Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков***

Последнее десятилетие характеризуется интенсивным применением покрытий для регулирования состава, структуры и свойств поверхности разнообразных изделий. Для повышения термической стабильности наноматериалов сравнительно недавно была предложена концепция многокомпонентных высокоэнтропийных сплавов (ВЭС). Согласно этой концепции, высокая энтропия смешения может стабилизировать образование неупорядоченной твердорастворной фазы и предотвратить образование интерметаллических фаз в процессе кристаллизации. Образованные таким образом высокоэнтропийные сплавы могут обладать повышенной прочностью в сочетании с хорошей пластичностью, стойкостью к окислению и коррозии. Еще более высокой твердостью обладают нитриды высокоэнтропийных сплавов. Однако при этом в значительной мере возрастает хрупкость и теряется, таким образом, прочность материала. Для повышения функциональных свойств в этом случае эффективен переход к многослойным композициям в которых чередуются слои из разных по составу нитридов.

Пятиэлементные катоды Ti-Zr-Nb-Ta-Hf были получены методом вакуумно-дуговой плавки. Получение покрытий производилось с использованием вакуумно-дуговой установки «Булат-6». Для исследования поверхности покрытий, их элементного состава и распределения элементов по поверхности использовался РЭМ с энерго-дисперсионным спектрометром JSM – 6010 LA, (JEOL). Измерения фазового состава покрытий проводились при помощи рентгеновских дифрактометров ДРОН-3М и ДРОН-4 в излучении $\text{Cu-K}\alpha$.

Установлено, что при невысоком отрицательном потенциале смещения, подаваемом на подложку при осаждении ($-U_s$ менее -150 В), в многослойных покрытиях с толщиной слоев около 50 нм можно достичь двухфазного состояния с преимущественной ориентацией кристаллитов, что обуславливает высокую твердость (до 44 ГПа) и одновременно высокую адгезионную прочность (критическая нагрузка до 125 Н) и низкий износ (как с контртелом из Al_2O_3 , так и из стали Ас100Cr6). Высокотемпературный отжиг (700°C) таких покрытий приводит к усилению текстуры в результате атомарного упорядочения, что сопровождается ростом твердости до 59 ГПа.

Подача $-U_s$ превышающего -150В при осаждении многослойных систем сопровождается существенным перемешиванием на межфазной границе, что приводит к разориентации и повышению дисперсности кристаллитов и уменьшению при этом твердости и износостойкости.